中華農業氣象(Chinese J. Agromet.) 4(3): 145-152, 1997

研究報告(Original Paper)

被覆PE塑膠布對隧道式栽培洋香瓜生長之影響

楊純明[1] 鄭清煥[2] 蘇慕容[1] 李裕娟[1]

臺灣省農業試驗所農藝系[1] 臺灣省農業試驗所嘉義分所植保系[2]

摘 要

臺灣地區的洋香瓜產地集中於臺南縣一帶，多以隧道式簡易設施栽培，惟被覆材質混雜，對洋香瓜植株生長影響不一。本文研究旨在探討不同被覆塑膠布(polyethylene)材質對洋香瓜一期作栽培隧道式簡易設施內環境及植株生長之影響，並釐清設施內環境因子之變化及其可能效應。田間試驗在臺南縣東山鄉進行，根據試驗結果，不同被覆塑膠布材質將改變隧道式簡易設施內光輻射，一般透明聚乙烯塑膠布(PE)及具濾除紫外線效果聚乙烯塑膠布(UV-cut)設施內上方測得之光輻射頻譜(350 ~ 1100 nm)仍類似於日照頻譜，惟其各波長之輻射量均較低。顯示此兩種被覆塑膠布材質具有反射或吸收日照光輻射的功能，尤其穿透UV-cut塑膠布之光輻射紫外光波段(< 400 nm)已被濾除。不同被覆材質亦改變隧道式簡易設施內氣溫、相對濕度、及土溫。從整體比較，塑膠布覆蓋提高了設施內的氣溫，而PE塑膠布覆蓋者又稍高於UV-cut塑膠布者。相對濕度表現則相反，塑膠布覆蓋降低了設施內濕度，而不同被覆材質間之差異未達顯著水準。因爲畦面鋪蓋黑色聚乙烯塑膠布，設施內土溫並未因塑膠布覆蓋而顯著提升高於室外土溫。不同塑膠布材質對隧道式簡易設施內洋香瓜植株地上部的生長有不等的影響，從播種後34日起單位葉面積已呈現差異：UV-cut塑膠布內生長之洋香瓜單位葉面積爲 14.3×10^{-3} m^2 $leaf^{-1}$，PE塑膠布者爲 11.8×10^{-3} m^2 $leaf^{-1}$，因此UV-cut塑膠布設施內植株葉面積明顯高於PE塑膠布設施植株。此後單位葉面積持續降低，而PE 被覆材質下的洋香瓜植株葉片數則自播種後49日起減少，使其葉面積至收穫前均低於UV-cut材質者。UV-cut塑膠布設施內的洋香瓜生長較爲旺盛，無論葉片或莖稈均累積較高乾物重，且其洋香瓜果實產量高於PE塑膠布設施者達4.4倍，無論大粒、中粒或小粒的數量均顯著地高於PE塑膠布設施生長之植株，而且畸形粒又較少。

關鍵詞： 被覆材質，塑膠布，洋香瓜，隧道式栽培，生長，氣象環境。

Effects of Polyethylene Plastic Cover on Growth of Cantaloupe in Row Tunnel Cultivation

Chwen-Ming Yang[1], Ching-Huan Cheng[2], Muh-Rong Su[1] and Yuh-Jyuan Lee[1] ([1] Department of Agronomy, Taiwan Agricultural Research Institute, Wufeng, Taichung; [2] Department of Plant Protection, Chiayi Branch Station, TARI, Chiayi, Taiwan, ROC)

ABSTRACT: The major production area of cantaloupe in Taiwan is located in Tainan County. Row tunnel cultivation is the primary technique employed by the farmers, yet the covering material is mixed with the various polyethylene and nonwoven fabrics. As different covering plastic materials may exert varied impacts on microclimate under tunnel and growth of cantaloupe, it is the objective of this research to clarify their effects leading to improving the cultural practices. Field experiment was

收到稿件(Received)：2 Jul. 1997. 接受刊登(Accepted)：6 Sep. 1997.

臺灣省農業試驗所研究報告第1889號。本研究承臺灣省政府農林廳中美農業科技合作計畫及行政院農業委員會(87科技-1.11-糧-08(3))經費支持。

conducted on Tungsan, Tainan County in the first (spring) crop of 1997. Results indicated that patterns of spectral irradiance measured at the top of row tunnels under different covering plastic sheests were similar to the outdoors, but the amount of irradiance was less. Tunnels covered with the UV-cut plastic sheet had lower irradiance than that of PE plastic ones, and wavelengths shorter than 400 nm were filtered out after transmitting through the UV-cut plastic. Different covering materials also changed the air (dry-bulb) temperature, relative humidity, and soil temperature measured in row tunnels. The air temperature measured under UV-cut plastic cover was lower while relative humidity and earth temperature had no significant difference between these two coverings. Cataloupe grown in the UV-cut plastic covering tunnels had more bigger leaf and larger leaf area, hence dry weights of leaf and stem were greater than those of PE-covering plants. At harvest, the UV-cut plastic covering tunnels had better yield and lesser irregular fruits than the PE plastic covering tunnels.

Key words: Covering material, Plastic sheet, Cantaloupe, Row tunnel cultivation, Growth, Climatic environment.

前 言

「發展精緻農業」和「建設富麗農村」及「培育核心農民」係臺灣地區農業發展的三大重要政策理念，而蔬菜產業亦被列為與民生息息相關的七大重點農業產業之一。由於蔬菜設施栽培不但可以配合市場需求與產銷需要，更可以穩定生產、提高品質，是蔬菜栽培值得發展的方向。洋香瓜(英文俗名cantaloupe)被歸類為蔬菜，栽培分佈於全省各農業縣市，而以臺南縣、嘉義縣、及雲林縣為大宗(臺灣農業年報，1996)，計分為一期作、二期作及冬季裏作三種。民國八十五年統計資料顯示，種植面積以裏作最廣達3,100公頃，次為一期作約3,000公頃，二期作最少僅約1,500公頃。雖然總產量次序如種植面積，每公頃單位產量則以二期作14.3公噸最高，裏作及一期作均為14.1公噸。

洋香瓜一期作及裏作栽培常遇高溫多雨逆境，因此高畦(raised bed)及塑膠布(plastic sheet)覆蓋之低矮隧道式條作(row tunnel cultivation)盛行。在美國，無論是畦面塑膠布鋪蓋(row plastic mulch)或溫室塑膠布覆蓋(greenhouse plastic cover)都常被應用於蔬菜或其他園藝作物生產系統上(Wells and Loy, 1985)。國內常見的隧道式簡易設施為一臨時性鋁管結構，外圍被覆以透明塑膠布(plastic sheet or plastic film)，置於田間約2～8周(視作物生育期、栽植季節或天候狀況而定)，目的在於促進作物的生長與產量。常用的被覆塑膠布材質以聚乙烯類(polyethylene, PE)較多，惟因材質化學組成份不一，造成隧道內環境差異而影響洋香瓜生長。

針對不同被覆材質引起的環境變異之探討常見，但以定性與定量方法驗證洋香瓜生長者則不多見，特別是光質與光輻射量之差別更亟待澄清。徐等(1992a)曾偵測0.15 mm聚氯乙烯類(polyvinyl chloride, PVC)塑膠布覆蓋之溫室內光輻射，發現該種塑膠布將降低溫室內光輻射平均達35～45%，同時改變直射光與散射光的比率，惟其並未對光輻射頻譜進行深入探討，而田間實際的光輻射才是影響作物生育的關鍵因素。在溫、濕度方面，徐等(1992b)則發現溫室內氣溫日較差達12～19℃，高於室外的10～13℃，且溫室內溫度濕度平均高出室外20%。

目前農民採用之聚乙烯塑膠布多可濾除近紫外光UV-B(290～320 nm)波段，而容許包括部份UV-A(320～385 nm)波段在內之紫外光、可見光(400～700 nm)、及紅外光(> 700 nm)穿透。此類塑膠布可減少約10～15%光輻射量，但多能維持洋香瓜的正常生長，缺點是一期作期間隧

道內光輻射能量蓄積造成溫度過高易引發植株高溫危害。近來若干農民引進濾除 400 nm以下紫外光波段的聚乙烯塑膠布，期以減少高溫逆境或病蟲危害，促進洋香瓜生長，惟其成效尚待試驗確定方能推廣應用。

本研究乃比較不同被覆PE塑膠布材質之隧道式簡易設施內環境差異，探討其對洋香瓜生長與果實生產之影響，提供農民栽培改進之參考。

材料與方法

本項試驗在洋香瓜集中栽培區之一的臺南縣東山鄉大庄村(東經120°24'，北緯23° 19'，海拔高度37 m)進行，參試洋香瓜品種為"狀元"(*Cucumis melo* L. cv. Chuang-Yuan)。自1997年3月14日播種至同年5月27日收穫，生育期74天。被覆材質分為一般透明聚乙烯塑膠布(PE)及透明而能濾除紫外線聚乙烯塑膠布(品名"UV-cut"，三菱化成株式會社，東京，日本)兩種，其厚度0.05 mm，光輻射全波段平均穿透率各約90 %。條狀隧道式簡易設施長33 m，寬1.5 m，高0.9 m，畦高0.3 m，南北座向。每一種被覆材質四重覆，採完全逢機設計(complete randomized design, CRD)。試驗資料經適當統計分析，以比較各被覆材質造成之環境及洋香瓜生長與果實產量之差異。

為避免雜草干擾(Smith, 1968; Teasdale and Colacicco, 1985)及增進水分與肥料使用效率(Jones *et al.*, 1977; Sweenet *et al.*, 1987)，乃將畦面鋪蓋黑色聚乙烯塑膠布(black polyethylene mulch)至地面。畦面打直徑約7 cm洞穴，洞穴間隔約1 m，播入洋香瓜種子，深度3～5 cm。播後1～2週進行補植一次，以提高植株族群均勻度。田間採集約式管理，定期灌溉、施肥與噴施農藥，以維持最佳田間狀況。試驗於播種後一週開始各項取樣調查和環境測定，生長性狀調查項目包括葉片數、葉面積、及莖與葉乾重(80 ℃烘乾72 h)，環境因子則包括光輻射量、光輻射頻譜、乾濕球溫度、相對濕度及地(土)溫。收穫時計數洋香瓜個數、分級、並稱取重量，洋香瓜分級標準為：大粒(large) 2 kg以上，中粒(medium) 1.2～2.0 kg，小粒(small) 0.6～1.2 kg，畸形(other) 0.6 kg以下。葉面積以葉面積儀(model LI-3000A, LI-COR Inc., USA)測定，乾濕球溫度採用ASAHI乾濕計(Asahi Keiryoki Seisakusyo Co. Ltd., Tokyo, Japan)，設置於畦中距離畦面7 cm。地溫(距土表深度1～2 cm)係利用已校正之熱電偶溫度計(model CT-1200, Custom Inc., Tokyo, Japan)測定。光輻射量及頻譜係在當地11:00～13:00之間測定，採用攜帶式輻射光譜儀(model LI-1800, LI-COR Inc., USA)外接石英光纖感應器及遠端餘弦接受器進行，掃描波長範圍350～1100 nm(全日射為300～3000 nm)，每一簡易溫室測定4點取平均值代表。入射之日射量與光譜的測點置於隧道式簡易設施緊鄰上方，穿透之日射量與光譜(即室內光輻射)測點則置於設施中央等距於頂端及畦面。

結果與討論

一、被覆PE塑膠布材質對隧道式簡易溫室內環境之改變

為瞭解與比較不同被覆塑膠布材質對隧道式簡易設施內光輻射之影響，特將洋香瓜生育期間近午時分所偵測之日照光輻射頻譜(350～1100 nm)及穿透光輻射比繪製於圖1。由圖示雖然各測定日之日照光輻射量不一，PE及UV-cut塑膠布溫室內上方測得之穿透光輻射頻譜仍類似於日照頻譜，因此其穿透比(transmittance)呈特定趨勢且各測定日類似，惟其各波長之輻射量均較日照光輻射者低。顯示此兩種被覆塑膠布材質具有反射或吸收日照光輻射的功能，尤其穿透UV-cut塑膠布之光輻射紫外光波段(< 400 nm)已被濾除。若將圖1同波長不同測日數值平均或任選一典型頻譜曲線表示，亦可清楚顯明頻譜

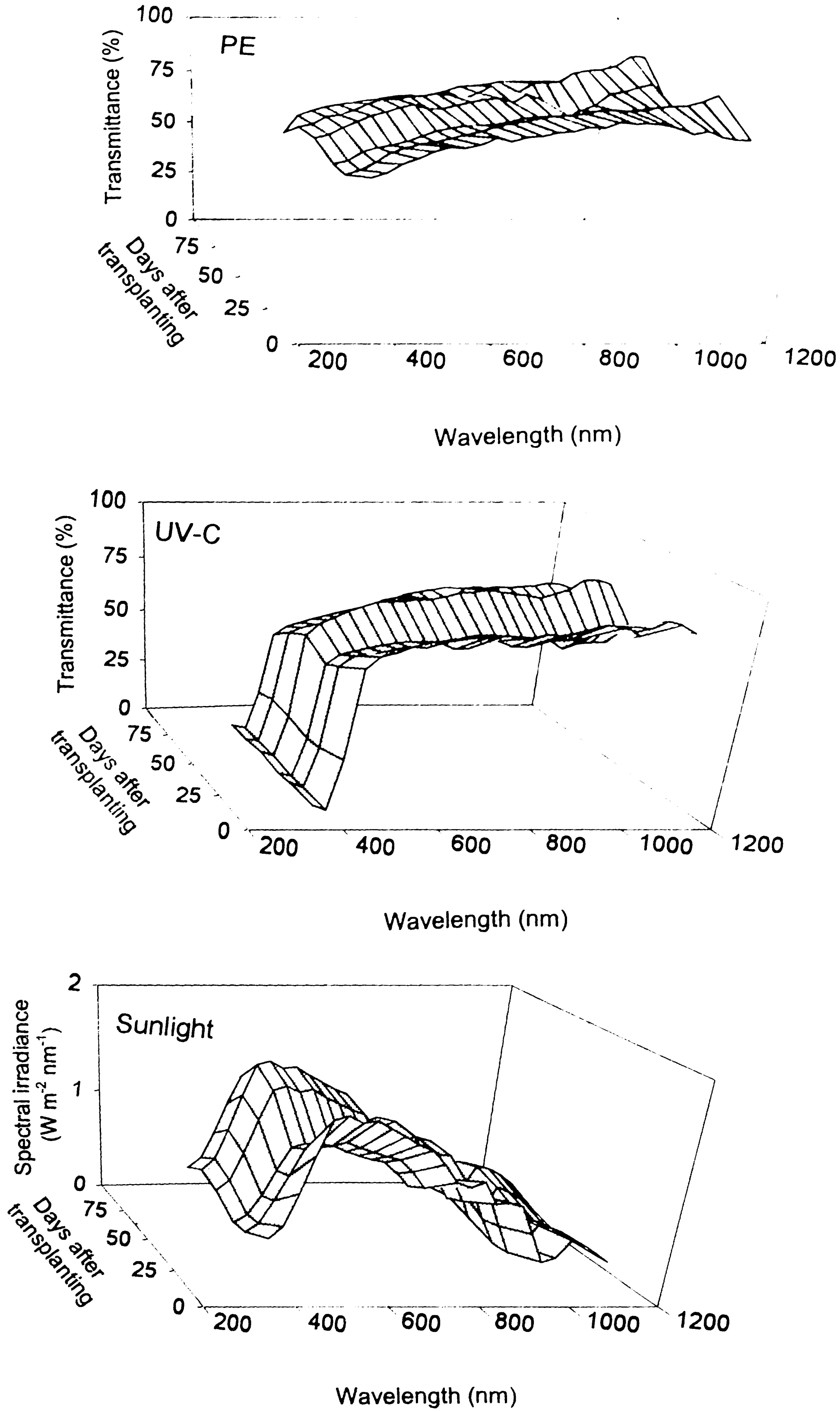

Fig. 1. Spectral irradiance of sunlight and transmittance of radiation measured in the row tunnels under different covering plastic sheets (ordinary polyehtylene, PE; UV-filtered polyehtylene, UV-cut) near noon during the growing period of cantaloupe.

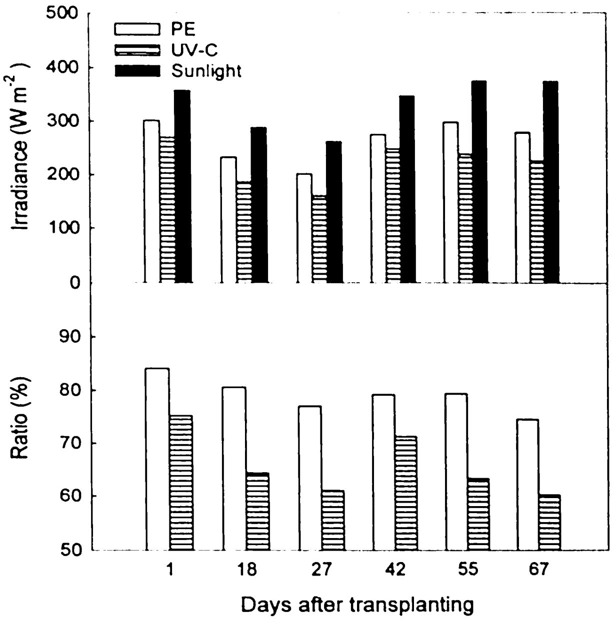

Fig. 2. Irradiance of sunlight and radiation measured in the row tunnels under different covering plastic sheets near noon during the growing period of cantaloupe, and their proportions.

之變化。圖 1 也證明參試塑膠布確實降低了光輻射量，而且 UV-cut 塑膠布材質下降幅度大於 PE 材質者。因此，在試驗田區 UV-cut 被覆材質設施內生長之洋香瓜植株，將獲得日照輻射量之 60 ～ 75 %（全期變化）並欠缺 400 nm 波長以下之光輻射，PE 材質者則獲得日照輻射量之 74 ～ 84 %（圖 2）。Shen 等 (1992) 曾指出塵粒堆積及天候造成被覆材質的老化是影響溫室內日射品質的兩項主要原因，本試驗亦由於長期空氣中塵粒堆積於塑膠布表面，穿透塑膠布之日射量有減少趨勢（圖 2 下圖）；又因所測定波長僅 350 ～ 1100 nm，圖示並未顯徵由 3 月至 5 月預期的漸增日射量（圖 2 上圖）。

不同被覆塑膠布材質亦改變隧道式簡易設施內氣溫、相對濕度、及土溫（圖 3）。從整體比較，塑膠布覆蓋提高了設施內的氣溫，而 PE 塑膠布覆蓋者又稍高於 UV-cut 塑膠布者。此結果符合前述穿透光輻射量測定結果，高輻射量者具有較高氣溫。相對濕度 (RH) 表現則相反，因畦面黑色

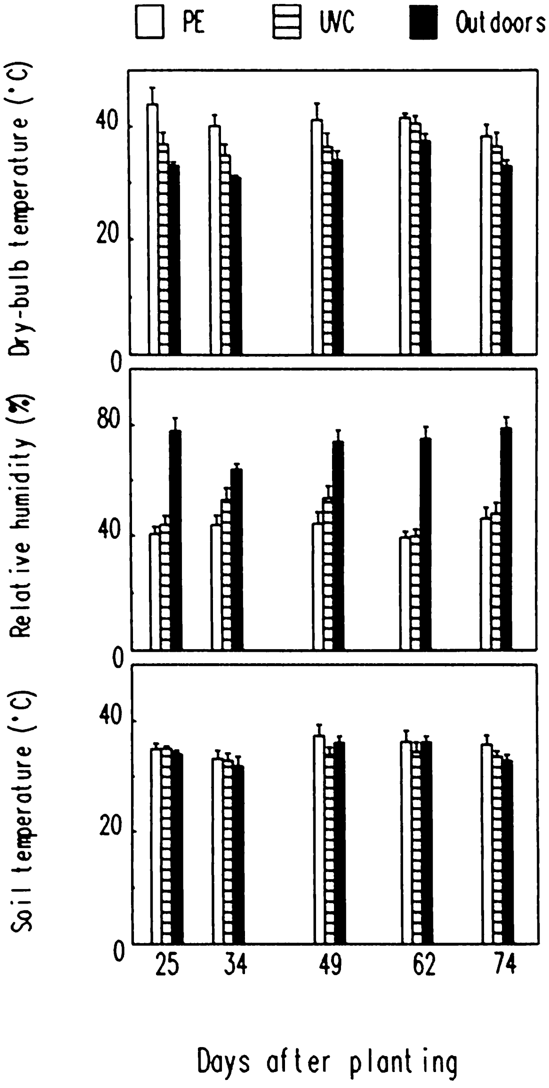

Fig. 3. Dry-bulb temperature, relative humidity, and soil temperature in the row tunnels of different covering plastic sheets and the outdoors near noon during the growing period of cantaloupe.

聚乙烯塑膠布之阻隔，在相同的設施內水蒸氣密度下，塑膠布覆蓋增加了設施內熱量而擴大了乾球溫度與濕球溫度差距（資料未列出），降低了設施內相對濕度。雖然不同被覆材質間之差異未達顯著水準，PE 塑膠布因入射的熱量較多，一般溫度較高且相對濕度較低。又由於畦面鋪蓋黑色聚乙烯塑膠布，減少設施內熱量向土壤內擴散，因此設施內土溫並未顯著高於設施

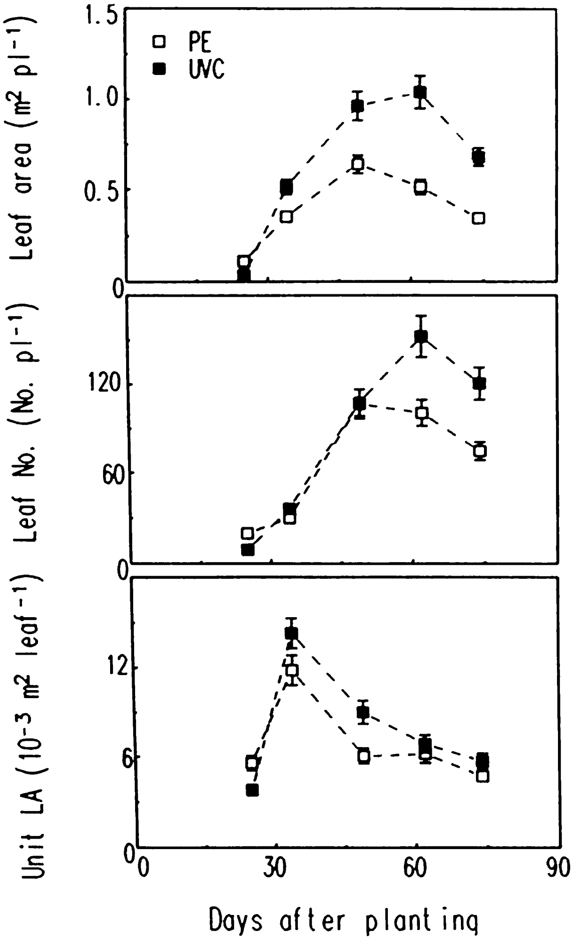

Fig. 4. Changes of leaf area and leaf number of cantaloupe grown in the row tunnels of different covering plastic sheets.

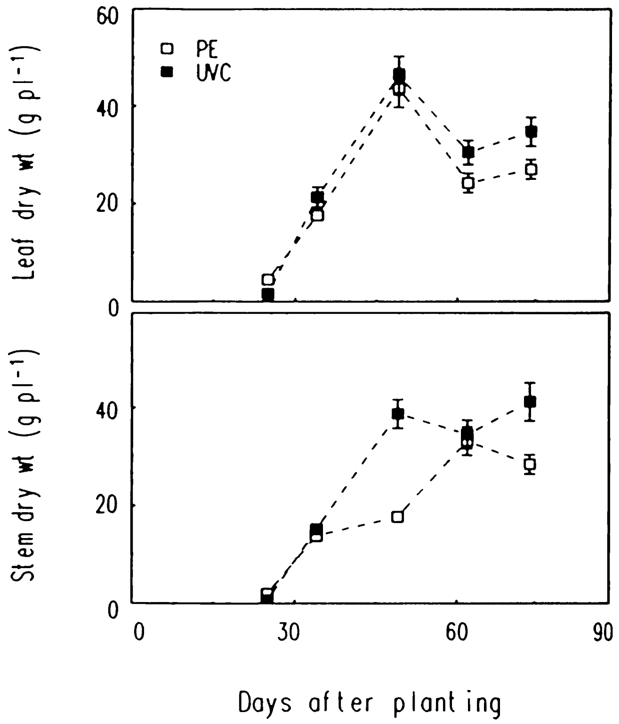

Fig. 5. Changes of leaf and stem dry weights of cantaloupe grown in the row tunnels of different covering plastic sheets.

外土溫。

在溫帶地域，設施之主要功能在於保溫，而副熱帶地域的臺灣則兼具減少病蟲害感染及避免風害、雨害之用途。設施內環境異於田間，受到被覆材質的影響甚大。徐等 (1992a) 發現 0.15 mm 聚氯乙烯類 (PVC) 塑膠布將降低溫室內光輻射 35 ～ 45 % ，且影響直射光與散射光比率。本試驗則偵測聚乙烯塑膠布對光輻射穿透之影響，其中 PE 材質減少近午時分所測得日照光輻射約 16 ～ 26 % ， UV-cut 材質減少約 25 ～ 40 % 。而且從頻譜分佈發現， UV-cut 塑膠布確實濾除了 400 nm 以下的光輻射。由於日照光輻射量一般高於 C_3 型蔬菜作物葉片所需，遮陰 20 ～ 30 % 應未限制洋香瓜生育。在四周通氣式的 PVC 塑膠布溫室，當兩旁覆蓋每吋 32 目塑膠網時，溫室內水平氣溫差異甚低 (僅 2 ℃以內) ，但其日較差仍高於室外，濕度亦較高 (徐等， 1992b) 。在本試驗以聚乙烯材質塑膠布完全覆蓋的低矮隧道式簡易設施內，日間氣溫仍高於設施外，濕度則較低。 Loy 和 Wells (1982) 在北美的試驗發現，在隧道式簡易設施覆以條割紋的聚乙烯塑膠布，地面鋪蓋黑色聚乙烯塑膠布時，設施內溫度將明顯高於設施外氣溫，日間土溫略高於僅鋪蓋地面塑膠布者，夜間土溫稍高於僅鋪蓋地面塑膠布者而類似於僅覆以條割紋塑膠布者。顯示被覆材質及設施構造將影響溫設施內氣象環境，因此進行作物栽培之前必須考量硬體設施不同對環境的影響。

二、被覆 PE 塑膠布材質對洋香瓜生長之影響

由圖 4 顯示，不同被覆塑膠布材質對隧道式簡易溫室內洋香瓜植株地上部的生

Table 1. Yield of cantaloupe grown under different covering material in 1997.

Covering material	Number				Fresh Weight			
	Large@	Medium	Small	Other	Large	Medium	Small	Sum
	-------------- No. plot^{-1}				-------------- kg plot^{-1}			
PE	4.8	7.5	10.3	16.0	9.55	11.40	7.18	28.13
	(100)@@	(100)	(100)	(100)	(100)	(100)	(100)	(100)
UV-cut	27.0	22.3	14.5	6.8	68.58	38.49	17.40	124.47
	(563)	(297)	(141)	(43)	(718)	(338)	(242)	(442)

@ Large: >2 kg fruit^{-1}, Medium: 1.2~2.0 kg fruit^{-1}, Small: 0.6~1.2 kg fruit^{-1}, Other: <0.6 kg fruit^{-1}.
@@ Values of PE defined as 100 %.

長產生不等的影響。從播種後34日起單位葉面積(葉片平均面積)已呈現差異，UV-cut塑膠布內生長之洋香瓜植株單位葉面積爲 $14.3 \pm 1.1 \times 10^{-3}$ m^2 leaf^{-1}，PE塑膠布者爲 $11.8 \pm 0.9 \times 10^{-3}$ m^2 leaf^{-1}。因此UV-cut塑膠布溫室內植株葉面積明顯高於PE 塑膠布溫室植株，此結果直接有利於乾物質的生成與蓄積，間接促進植株的生長。此後葉片平均面積持續降低，而PE被覆材質下的洋香瓜植株葉片數亦自播種後49日起減少，使其植株葉面積至收穫前均低於UV-cut材質者，更不利於生長(圖4)。

另一方面，由葉部及莖部乾物重也可佐證不同被覆塑膠布對洋香瓜生長之影響。由圖5之生長曲線顯示，UV-cut塑膠布溫室內的洋香瓜生長較爲旺盛，無論葉片或莖稈均累積較高乾物重。由圖4及圖5之結果，已可推測洋香瓜果實的收穫，顯然的UV-cut塑膠布溫室內生長之洋香瓜產量將高於PE塑膠布溫室者(表1)。從分類等級上來看，UV-cut塑膠布溫室生長之洋香瓜無論大粒、中粒或小粒的數量都高於PE塑膠布溫室生長之植株，而且畸形粒又較少。在扣除沒有商品價值的畸形粒後，UV-cut塑膠布溫室收穫之洋香瓜平均每一試區重量約爲PE塑膠布溫室者之4.4倍。顯見使用UV-cut塑膠布能獲得較多數量的大粒及中粒型果實，較PE塑膠布大幅提高收穫物價格，具有較大應用價值。

夏季的溫室常見溫度過高的弊端，翁(1994)在蔬菜玻璃溫室栽培時發現，6～7月份室內溫度可高達40℃以上。對白菜及萵苣而言，此一溫度已遠超過其30℃適溫(翁，1989)。本試驗所採用的兩種塑膠布材質均具保溫效果，雖然洋香瓜對低溫敏感(Loy and Wells, 1974)，而對一期作洋香瓜栽培卻似有溫度過高之嫌。本試驗PE 塑膠布溫室內生長植株表現遜於UV-cut塑膠布溫室者，過高的溫度妨礙生長機制可能爲負面作用之一，再者高溫增加了呼吸消耗亦爲原因之一。

綜合隧道式簡易溫室內環境及洋香瓜植株生長結果，顯見不同被覆塑膠布材質將影響溫室內微氣象，同時造成溫室內作物的生長差異。從田間現地觀察，塑膠布覆蓋似可減少病蟲害的感染(資料未列出)，形成有利的生長環境。然而由上述試驗數據，塑膠布材質的選擇(如本試驗UV-cut材質優於同屬聚乙烯類塑膠布的一般PE材質)在生育後期高溫的洋香瓜一期作亦應列入考量，以期改善溫室環境而獲得較佳的洋香瓜生產。申(1989)在探討設施內輻射環境的控制與管理亦建議，如何設法減少進入設施內之紅外光部份以降低設施內氣溫，並依作物需求以調節可見光進入的量，乃控制與管理設施內輻射環境的首要目標。

誌　謝

光譜偵測器由國立中興大學土壤環境

科學系申雍教授慨借，謹此誌謝。

引用文獻

申雍　1989　設施內輻射環境的控制與管理。47-54頁，第二屆設施園藝研討會專集。　1989年10月31日出版，臺中市。

徐森雄、鍾德月、郭同慶、王少峰　1992a　塑膠布溫室之微氣候研究。I. 溫室之光環境。中華農學會報　新157: 34-43.

徐森雄、鍾德月、郭同慶、王少峰　1992b　塑膠布溫室之微氣候研究。I. 溫室之熱收支與溫、濕度環境。中華農學會報　新157: 44-60.

翁仁憲　1989　溫度對蔬菜光合作用及呼吸作用之影響。pp.209-217.　第二屆設施園藝研討會專集。臺灣省農業試驗所鳳山分所出版，鳳山。

翁仁憲　1994　玻璃溫室微氣候對水耕蔬菜生育之影響。中華農業氣象　1: 35-39.

臺灣農業年報　1996　臺灣省政府農林廳出版。中興新村，南投縣。

Jones, T. L., U. S. Jones and D. O. Ezell. 1977. Effect of nitrogen and plastic mulch on properties of Troup loamy sand and on yield of 'Walter' tomatoes. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 102: 273-275.

Loy, J. B. and O. S. Wells. 1974. Response of hybrid muskmelons to polyethylene row covers and black polyethylene mulch. Scientia Hort. 3: 223-230.

Loy, J. B. and O. S. Wells. 1982. A comparison of slitted polyethylene and spunbonded poltester for plant row covers. HortScience 17: 405-407.

Shen, Y., J. T. Wu and I. P. Wang. 1992. Solar radiation quality inside greenhouses and an improvement technique. J. Chinese Agric. Chem. Soc. 30: 321-327.

Smith, D. F. 1968. Mulching systems and techniques. Proc. Natl. Agr. Plastics Congr. 8: 112-118.

Sweeney, D. W., D. A. Greatz, A. B. Buttcher, S. J. Locascio and K. L. Campbell. 1987. Tomato yield and nitrogen recovery as influenced by irrigation method, nitrogen source, and mulch. HortScience 22: 27-29.

Teasdale, J. R. and D. Colacicco. 1985. Weed control systems for fresh market tomato production on small farms. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 110: 533-537.

Wells, O. S. and J. B. Loy. 1985. Intensive vegetable production with row covers. HortSci. 20: 822-826.